

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-206534  
 (43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/1337

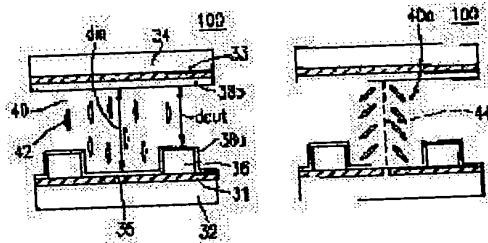
(21)Application number : 11-007066 (71)Applicant : SHARP CORP  
 (22)Date of filing : 13.01.1999 (72)Inventor : TERASHITA SHINICHI  
 KANZAKI SHUICHI

## (54) PRODUCTION OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce a liquid crystal display device having wide viewing angle characteristics in a comparatively simple process with high yield by providing a process for laminating a pair of substrates with the faces having electrodes formed facing each other and a process for supplying a liquid crystal material having positive or negative dielectric anisotropy to the space between the pair of substrates.

**SOLUTION:** A pair of substrates 32, 34 having electrodes 31, 33 are prepared, and a first coating liquid containing a hardening resin material is selectively applied by an ink-jet method on the surface of at least one substrate 32 where the electrode 31 is formed. The selectively applied first coating liquid is dried and hardened to form projections 36. The pair of substrates 32, 34 are laminated with the faces having electrodes 31, 33 formed facing each other, and a liquid crystal material having positive or negative dielectric anisotropy is supplied to the space between the pair of substrates 32, 34. By this constitution, since an expensive device or a photomask is not required, the liquid crystal display device having wide viewing angle characteristics can be produced in a rather easy process with high yield.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.07.2001  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.08.2003  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision] 2003-17488

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Searching PAJ

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 08.09.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-206534  
(P2000-206534A)

(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 F 1/1337	5 0 5	G 0 2 F 1/1337	5 0 5 2 H 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-7066

(22)出願日 平成11年1月13日(1999.1.13)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 寺下 慎一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 神崎 修一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

Fターム(参考) 2H090 KA04 LA01 LA02 LA03 LA04  
LA15 MA01 MB12

(54)【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 広視角特性を有する液晶表示装置を高い歩留まりで、比較的簡単に製造できる方法を提供する。

【解決手段】 基板上に形成された凸部によって軸対称配向する液晶領域を有する液晶表示装置を製造する。基板の電極が形成されている表面上に、硬化性樹脂材料を含む塗布液をインクジェット法で選択的に付与する工程と、選択的に付与された塗布液を乾燥・硬化することによって凸部を形成する工程とを包含する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれが電極を有する一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層と、該一対の基板の少なくとも一方の基板は、該液晶層側の表面に凸部を有し、該液晶層は該凸部によって規定される複数の液晶領域を有し、該液晶層の液晶分子は正または負の誘電異方性を有し、黒表示時には該液晶分子が該一対の基板の表面に対して略垂直に配向し、白表示時には該液晶分子が該複数の液晶領域毎に軸対称状に配向する、液晶表示装置の製造方法であって、

それぞれ電極を有する一対の基板を提供する工程と、少なくとも一方の基板の該電極が形成されている表面上に、硬化性樹脂材料を含む第1塗布液をインクジェット法で選択的に付与する工程と、該選択的に付与された第1塗布液を乾燥・硬化することによって、凸部を形成する工程と、該電極が形成されている面が対向するように、該一対の基板を貼り合わせる工程と、該一対の基板の間に正または負の誘電異方性を有する液晶材料を供給する工程と、を包含する液晶表示装置の製造方法。

【請求項2】 前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液の吐出量が塗出時間に基づいて制御される、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項3】 前記貼り合わせ工程において、前記凸部をスペーサとして、前記一対の基板が貼り合わせられる、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項4】 前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は複数のノズルから同時に異なる位置に付与される、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項5】 前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、絵素に対応する規則的なパターン状に付与される、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項6】 前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、線状、破線状、または点状に付与される、請求項5に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項7】 前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、絵素の周辺に対応する位置に格子状に付与される、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項8】 前記液晶材料を供給する工程は、液晶材料と光硬化性樹脂とを含む前駆体混合物を供給する工程であって、

該前駆体混合物を加熱することによって相溶状態にする工程と、

該相溶化状態にある該前駆体混合物に、所定の電圧以上の電圧を印加しながら光を照射することによって該光硬化性樹脂を硬化し、前記凸部によって規定される前記複

数の液晶領域のそれぞれのほぼ中央部に前記液晶分子の軸対称配向の中心軸を形成し、軸対称配向が液晶分子に記憶された配向固定層を形成する工程と、を更に包含する請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項9】 前記液晶材料は、前記少なくとも一方の基板の表面に形成された前記凸部によって規定される領域内にロールコート法またはインクジェット法で供給され、その後、前記一対の基板が貼り合わせられる、請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

10 【請求項10】 前記一対の基板の該電極が形成されている表面上に、水平配向材料または垂直配向性材料を含む第2塗布液を選択的に供給する工程と、該第2塗布液を乾燥することによって、水平配向層または垂直配向層を形成する工程と、を更に包含する請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置およびその製造方法に関する。例えば、携帯情報端末、パーソナルコンピューター、ワードプロセッサー、アミューズメント機器、教育機器、テレビジョン装置、シャッター効果を利用した表示板、窓、扉、壁等に用いられる広視野角特性を有する液晶表示装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】広視野角特性を有する液晶表示素子として、本発明者らは、液晶分子を各絵素ごとに軸対称状に配向した表示モード(Axially Symmetric Aligned Microcell Mode: ASMモード)の液晶表示装置を例えば特開平7-120728号公報に開示している。この公報は、液晶材料と光硬化樹脂との混合物から相分離を利用して、液晶分子が軸対称状に配向した液晶領域を形成する技術を開示している。この公報に開示されている液晶表示装置は、正の誘電異方性を有するネマティック液晶材料(NP型液晶材料)を用い、飽和電圧印加時には液晶分子が基板面に対して垂直に配向するP型の表示モードの液晶表示装置である。

40 【0003】特開平7-120728号公報に開示されている、広視野角特性を有し良好な表示品位が得られる、液晶表示装置20を図1に模式的に示す。絵素電極22が形成されている基板21と対向電極24が形成されている基板23との間に液晶層27が挟持されている。液晶層27は、相分離によって形成された、高分子領域(高分子壁)28と高分子領域28によって実質的に包囲されている液晶領域29とを有している。液晶領域29は典型的には絵素に対応して規則的に形成されている。液晶領域29内の液晶分子(不図示)は、高分子領域28の壁面効果によって、それぞれの液晶領域29

3  
内で軸対称状に配向している。軸対称状配向の結果、液晶表示装置20は、広視野角特性を有している。

【0004】また、基板間で高分子領域28によって完全に密封されたマイクロセル構造を有しているため、外部からの押圧に対して、表示に影響を及ぼさず、さらには、超大型液晶ディスプレイにおいて、液晶パネルを立てた時に液晶材料の自重による液晶パネルが膨らみ表示特性が低下するという問題が生じない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開7-120728号公報に開示されているASMモードの液晶表示装置を製造するためには、比較的複雑な温度制御を必要とする相分離工程を使用するので、歩留まりが低いという問題があった。また、液晶分子の軸対称状配向の中心軸の位置制御が難しく、中心軸の位置が各絵素によって一定していなかったり、絵素のほぼ中央部からずれたりするので、視野角を斜めにして液晶表示装置を観察すると、ざらついた表示となり、十分な表示品位が得られない場合があった。

【0006】また、正の誘電異方性を有する液晶材料を用いた従来のASMモードの液晶表示装置は、高いコントラストの表示を得るためには、ブラックマトリックス(BM)の遮光部の面積を大きく設定し黒表示時の光り抜けを十分に防止する必要があった。

【0007】上述の軸対称配向の中心軸の位置制御及び表示品位の問題を解決する方法として、本発明者らは、特開平10-186330号公報において、液晶層の液晶分子は負の誘電異方性を有し、電圧無印加時には、液晶分子が一对の基板に対して垂直に配向しており、電圧印加時には、液晶分子が複数の絵素領域毎に軸対称状に配向する液晶表示装置を提案している。

【0008】上記公報に開示されている液晶表示装置は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料(Nn型液晶材料)を用いて、ノーマリーブラックモードで動作するので、従来の正の誘電異方性を有する液晶材料を用いるASMモードの液晶表示装置に比べ、高コントラストを得ることができる。また、液晶分子を軸対称に配向させるための高分子領域に代わって、凸部をフォトリソグラフィ技術を用いて形成するので、相分離法を用いず形成するので、複雑な温度制御工程が不要となる。

【0009】特開平10-186330号公報に開示されている液晶表示装置の凸部の構造を図2(a)及び(b)に模式的に示す。表面に透明電極63が形成された基板62上に、液晶領域を規定する第1凸部66(例えば、東京応化社製OMR83または感光性ポリイミド)とセルギャップを規定するための第2凸部65(例えば、OMR83または感光性ポリイミド)とを有している。さらに、これらを覆って、垂直配向膜68(例えば、日本合成ゴム社製JALS-204)が形成されている。この第1凸部66及び第2凸部65を形成するた

めの製造プロセスは、2回の塗布工程と高いパターンニング精度のフォトリソグラフィ工程が2回必要であり、製造プロセスが長い上に、凸部を形成するための材料の利用効率が低く、歩留まり(良品率)の低下やコスト上昇の原因となっていた。

【0010】そこで、本願発明者は、上記ASMモードの液晶表示装置における凸部をインクジェット法を用いて形成する方法を検討した。インクジェット法を用いた液晶表示装置の製造方法が、以下の公報に開示されている。

【0011】特開平9-5730号公報および特開平8-286028号公報には、インクジェット法を用いてカラーフィルタ基板を形成する方法が開示されている。特開平9-5730号公報は、平坦性を損なわない程度の薄い膜厚で、しかも高い光学濃度を有する樹脂ブラックマトリックスをインクジェット法を用いて形成する技術を開示している。特開平8-286028号公報は、インクジェット法を用いてインク層を形成する工程と、レーザー光を照射してインク層の一部を除去して遮光部材を形成する工程と、遮光部材が形成されていない基板上に着色部材を形成する工程を有するプロセスで、製造コストを削減できることを開示している。

【0012】また、特開平9-105946号公報は、粒状スペースと硬化性樹脂との混合液をインクジェット法を用いて塗布し、所定の位置にスペースを形成する液晶表示装置の製造方法を開示している。

【0013】しかしながら、本願発明者が検討した結果、上記の公報に開示されているインクジェット法をASMモードの液晶表示装置の凸部を形成に用いるためには、以下の問題点があることが分かった。

【0014】上記特開平9-5730号公報で開示されている技術では、形成される膜の平坦性が優れているために、遮光部の膜厚が低すぎるため、前記遮光部だけを所望の膜厚例えば3μmにするには、重ねて印刷を複数回行わなければならない、現実的ではなく、また、遮光部の断面形状がASM配向安定化のための十分なプレチルトを与えるものではなかった。

【0015】また、特開平8-286028号公報では、レーザー光例えばエキシマーレーザー光照射工程を用いて、製造コストの削減を図るとあるが、レーザーの維持にはコストがかかり、出力強度が不安定であり、プロセスマージンが狭い。一度にレーザー光照射できる領域が非常に狭いため、例えば、42型のような大型液晶表示装置の製造方法に対しては限界があった。

【0016】さらに、特開平9-105946号公報では、プラスチックビーズ等のセル厚保持材ではASM配向安定のための制御因子としての役割を果たすことはできなかった。

【0017】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、広視角特性を

有する液晶表示装置を高い歩留まりで、比較的簡単に製造できる方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置の製造方法は、それぞれが電極を有する一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層と、該一対の基板の少なくとも一方の基板は、該液晶層側の表面に凸部を有し、該液晶層は該凸部によって規定される複数の液晶領域を有し、該液晶層は該凸部によって規定される複数の液晶領域を有し、該液晶層の液晶分子は正または負の誘電異方性を有し、黒表示時には該液晶分子が該一対の基板の表面に対して略垂直に配向し、白表示時には該液晶分子が該複数の液晶領域毎に軸対称状に配向する、液晶表示装置の製造方法であって、それぞれ電極を有する一対の基板を提供する工程と、少なくとも一方の基板の該電極が形成されている表面上に、硬化性樹脂材料を含む第1塗布液をインクジェット法で選択的に付与する工程と、該選択的に付与された第1塗布液を乾燥・硬化することによって、凸部を形成する工程と、該電極が形成されている面が対向するように、該一対の基板を貼り合わせる工程と、該一対の基板の間に正または負の誘電異方性を有する液晶材料を供給する工程と、を包含し、そのことによって上記目的が達成される。

【0019】前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液の吐出量が塗出時間に基づいて制御されてもよい。

【0020】前記貼り合わせ工程において、前記凸部をスペーサとして、前記一対の基板が貼り合わせられることが好ましい。

【0021】前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は複数のノズルから同時に異なる位置に付与されることが好ましい。

【0022】前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、絵素に対応する規則的なパターン状に付与されることが好ましい。

【0023】前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、線状、破線状、または点状に付与されてもよい。

【0024】前記第1塗布液付与工程において、前記第1塗布液は、前記少なくとも一方の基板の表面上に、絵素の周辺に対応する位置に格子状に付与されることが好ましい。

【0025】前記液晶材料を供給する工程は、液晶材料と光硬化性樹脂とを含む前駆体混合物を供給する工程であって、該前駆体混合物を加熱することによって相溶状態にする工程と、該相溶化状態にある該前駆体混合物に、所定の電圧以上の電圧を印加しながら光を照射することによって該光硬化性樹脂を硬化し、前記凸部によって規定される前記複数の液晶領域のそれぞれのほぼ中央

部に前記液晶分子の軸対称配向の中心軸を形成し、軸対称配向が液晶分子に記憶された配向固定層を形成する工程とを更に包含してもよい。

【0026】前記液晶材料は、前記少なくとも一方の基板の表面に形成された前記凸部によって規定される領域内にロールコート法またはインクジェット法で供給され、その後、前記一対の基板が貼り合わせられるようにしてもよい。

【0027】前記一対の基板の該電極が形成されている表面に、水平配向材料または垂直配向性材料を含む第2塗布液を選択的に供給する工程と、該第2塗布液を乾燥することによって、水平配向層または垂直配向層を形成する工程と、を更に包含してもよい。

【0028】以下に、本発明の作用を説明する。

【0029】本発明の液晶表示装置は、白表示時に液晶分子が複数の液晶領域毎に軸対称状に配向するので、広い視角特性を有する。液晶分子を液晶領域毎に軸対称配向させるための凸部をインクジェット法を用いて形成するので、凸部を形成すべきと所定の位置に、高い位置精度で選択的に材料を供給することができる。従って、従来の製造方法に必要であったホトリソグラフィ工程が不要となり製造プロセスを簡略化できるとともに材料の利用効率を向上することができる。その結果、広視角特性を有する液晶表示装置を従来よりも低価格で供給することが可能となる。

【0030】さらに、凸部を形成するための硬化性樹脂材料は、従来のようにホトリソグラフィによるパターンニングが可能な感光性樹脂である必要がなく、比較的安価な硬化性樹脂を用いることができる。また、硬化性樹脂材料とし熱硬化性樹脂を用いることによって、材料費の更なる低減および硬化工程の簡略化ができる。

【0031】インクジェットヘッドからの材料の塗出量を時間によって制御することによって、正確な塗布液供給動作を確実に行うことができる。

【0032】液晶分子の配向制御のための凸部を液晶層の厚さを規定するスペーサとして用いることによって、スペーサを別途設ける必要がなくなる。また、熱硬化性樹脂を用いて凸部を形成することによって、光硬化性樹脂を用いた場合よりも強度の高いスペーサを得ることができる。

【0033】凸部形成用材料を同時に異なる位置に付与することによって、大型の液晶表示装置（例えば、40インチ以上）をより短いタクト時間で製造することができる。

【0034】凸部を表示装置の絵素に対応するように規則的に配置することによって、軸対称配向を有する液晶領域を絵素に対応して形成することができるので、高い表示品位の液晶表示装置を製造することができる。また、凸部が絵素外に存在するように配置することによって、開口率の低下を防止することができる。なお、絵素



(5)

7  
が例えば、長方形の場合には、各絵素内に複数の液晶領域を形成するように設けてもよい。凸部は、TFT基板、プラズマ発生基板やカラーフィルタ基板の絵素に対応して形成される構成要素と対応づけて、規則的に形成される。

【0035】また、凸部を線状、破線状および点状のパターンとして形成すると、凸部によって密閉される領域が形成されないで、一对の基板を貼り合わせた後で、従来の真空注入法で液晶材料を注入することができる。凸部の配置や密度は、絵素との対応および軸対称配向の安定性、強度（スペーサを兼用する場合）を考慮して最適化される。

【0036】凸部を絵素の周辺に対応する位置に格子状に配置することによって、開口率の低下を防止することができる。さらに、凸部を形成する材料に遮光性を持たせることによって、格子状の凸部をブラックマトリクスとして利用することができる。

【0037】液晶材料に所定の電圧を印加することによって、液晶分子の軸対称配向の中心軸をそれぞれの液晶領域の中央部に形成することができる。その結果、視角特性の均一性をさらに高めることが可能となる。

【0038】凸部を形成した基板の表面の凸部で規定される領域（液晶表示装置の液晶領域となる領域）に、ロールコート法またはインクジェット法を用いて液晶材料を注入することによって、液晶材料の利用効率を高めることが可能となるとともに、注入時間を短縮することができる。注入時間の短縮は、特に大型の液晶表示装置の製造方法において効果が大きい。さらに、垂直配向層を形成する工程をロールコート法を用いて実施することにより、従来のスピンコート法に比べ、材料の利用効率を大幅に向上することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

（基本動作）図3を参照しながら、本発明の液晶表示装置100の動作原理を説明する。Nn型液晶材料を用いた場合、図3（a）及び（b）は、電圧無印加時の状態、図3（c）及び（d）は、所定の電圧印加時の状態を示す。ここで、所定の電圧とは、Nn型の液晶分子が電界の方向に傾き始める電圧以上の電圧を指す。また、図3（a）及び（c）は断面図、図3（b）及び（d）は上面をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察した結果を示す。

【0040】液晶表示装置100は、一对の基板32と34の間に、誘電異方性が負の液晶分子42からなる液晶層40が挟持されている。一对の基板32と34の液晶層40に接する側の面には、それぞれ透明電極31および33が形成され、さらに、その上に垂直配向層38aおよび38bが形成されている。また、少なくとも一

方の電極の絵素領域のはば中央部に、電極の無い領域35が形成されている。また、一对の基板32と34の少なくとも一方の液晶層40に接する側の面には、凸部36が形成されている。

【0041】なお、「絵素」は、一般に、表示を行う最小単位として定義される。本願明細書において用いられる「絵素領域」という用語は、「絵素」に対応する表示素子の一部の領域をさす。また、軸対称配向とは、軸中心をもった放射状配向、同心円状（タンジェンシャル状）配向、ねじれ状配向などの配向をいう。

【0042】後述するように、凸部36によって液晶領域40aが規定される。また、所定の電圧を印加することによって、液晶領域40a内の液晶分子42は軸対称状に配向する。また、軸対称配向中心軸の位置が電極の無い領域35によって制御される。したがって、図3（c）に示すように、電極の無い領域35に形成される軸対称配向中心軸44を中心に、凸部36によって規定された液晶領域40a内で、液晶分子42が軸対称配向する。図4（a）および（b）に模式的に示したように、電極の無い領域（開口部）35が形成された領域の液晶分子42は、電圧印加時においても垂直配向した状態を保持し安定しており、電極の無い領域35の周辺の領域の液晶分子42もそれ自身との相互作用によってその配向が安定し、各液晶領域40a内の液晶分子42が絵素中央部に設けられた電極の無い領域35に向かうように軸対称配向する。

【0043】Nn型液晶材料を用いた場合、電圧無印加時には、図3（a）に示すように、液晶分子42は、垂直配向層38a、38bの配向規制力によって、基板表面（より厳密には垂直配向層の表面）に垂直な方向に配向している。電圧無印加状態の絵素領域をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると、図3（b）に示したように、暗視野を呈する（ノーマリーブラックモード）。

【0044】一方、閾値電圧以上の電圧を印加すると、負の誘電異方性を有する液晶分子42に、液晶分子42の長軸を電界の方向に対して垂直に配向させる力があるので、図3（c）に示すように基板に垂直な方向から傾く（中間調表示状態）。この状態の絵素領域をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると図3（d）に示すように、偏光軸に対して45°に沿った方向に消光模様を観察される。

【0045】（液晶領域を規定する凸部）図3に示した液晶表示装置100は、絵素領域を取り囲むように凸部36を有している。この凸部36がなく、液晶層40の厚さ（セルギャップ）が均一な場合、液晶ドメイン（連続的に配向した領域：ディスクリネーションラインの発生が無い領域）が形成される位置または大きさが規定されないで、ランダム配向状態になってしまい、中調表示においてざらついた表示となる。

【0046】なお、図3の例では、1つの絵素領域に1

つの液晶領域40aを形成した例を示しているが、絵素領域と液晶領域40aとの対応関係はこれに限られない。但し、表示品位を向上させるために液晶領域40aは絵素領域に対応して形成されることが好ましい。縦横比が大きい絵素（長絵素）の場合、一つの長絵素に対して、複数の絵素領域を形成してもよい。絵素に対応して形成される液晶領域の数は、軸対称配向が安定に形成される限り、できるだけ少ないほうが好ましい。

【0047】凸部36は、軸対称配向を呈する液晶領域40aの位置および大きさを規定する。凸部36は、一方の基板の液晶層40側の表面を他の部分よりも高くすることで、液晶層40の厚さを薄くしており、凸部36は液晶分子42の隣接する液晶領域40a間の相互作用を弱める。液晶層40の厚さは液晶領域40a周辺の液晶層40の厚さ（ $d_{out}$ ）が液晶領域（開口部）40a内の液晶層40の厚さ（ $d_{in}$ ）より小さく（ $d_{in} > d_{out}$ ）になっている。さらに、 $0.1 \times d_{in} \leq d_{out} \leq 0.8 \times d_{in}$ の関係を満足することが好ましい。すなわち、 $d_{out} > 0.8 \times d_{in}$ の場合、凸部36が液晶領域40a間の液晶分子の相互作用を弱める効果が十分でなく、液晶領域40aごとに単一の軸対称配向領域を形成することが困難な場合がある。さらに、 $0.1 \times d_{in} > d_{out}$ では、通常の真空注入法による液晶材料の注入が困難になる場合がある。

【0048】例えば、熱硬化性樹脂を用いて、所望の位置にインクジェット薄膜形成装置で凸部を印刷することで、非常に低コストで凸部形成が可能であり、光感光性樹脂をスピコートして、フォトリソで所望の位置に凸部を形成する場合の現像工程が必要ないので、現像液で基板表面を汚染することが無い。

【0049】（軸対称配向の中心軸の位置の制御）所定の電圧印加時に発生する軸対称配向領域の中心軸の位置は、表示品位に大きな影響を与える。図5を参照しながら、中心軸の位置と表示品位との関係を説明する。図5（a）に示すように、中心軸44が液晶領域（絵素領域）に1つの液晶領域が形成されている場合を例示）の中央に位置していると、図5（c）に示すように、セルを傾けて表示面を観察しても、すべての液晶領域は同様に見える。一方、図5（b）に示すように、中心軸が液晶領域の中央からずれている液晶領域があると、図5（d）に示すように、中心軸ずれた液晶領域は他の液晶領域と異なって見えるために、不均一な（ざらついた）表示となる。この問題は、中間調表示において特に顕著になる。

【0050】液晶分子の軸対称配向の中心軸は、電圧印加状態または電圧無印加状態のいずれの場合においても、基板に垂直に配向している。従って、軸対称配向中心軸出し電圧印加時においても、液晶分子が垂直配向状態を保持している領域または電極の無い領域を液晶領域内に設けることにより、軸対称配向中心軸の位置を制

御することができる。軸対称配向中心軸出し電圧印加時においても液晶分子が垂直配向状態を保持している軸対称配向中心軸領域の液晶分子は、その配向状態が電界の影響を受けずに安定しているので、上記領域に軸対称配向中心軸が形成される。また、凸部36で規定される絵素領域のサイズを $100 \mu m \times 100 \mu m$ 以下にすることで、中心軸のズレが表示品位に影響を及ぼさない。したがって、電極の無い領域や、また、軸対称配向固定層をなくすることが期待できる。

10 【0051】（軸対称配向中心軸出し電圧印加時の液晶分子の軸対称配向状態の安定化）本発明の液晶表示装置の製造方法において、軸対称配向中心軸出し電圧印加時の液晶分子の軸対称配向状態をあらかじめ液晶分子に記憶させておく工程を包含することにより、所定の電圧印加時に、再現性良く液晶領域毎に液晶分子の軸対称配向状態が形成され、また、形成された軸対称配向状態を安定化させることができる。例えば、以下の方法で、軸対称配向状態をあらかじめ液晶分子に記憶させておくことができる。

20 【0052】所定の電極等を有し、少なくとも一方の基板の表面に凸部を有する一対の基板を、凸部のある表面を内側にして貼り合わせて、液晶セルを作製する。一旦、相溶化状態にし、室温に冷却した液晶材料と光硬化性樹脂とを含む前駆体混合物を一対の基板間に注入する。所定の電圧以上の電圧を印加しながら光を照射することによって、光硬化性樹脂を硬化する。このとき、光硬化性樹脂の硬化が進行するに伴って、凸部によって規定される複数の液晶領域が形成される。また、電圧印加によって、それぞれの液晶領域の液晶分子が軸対称配向し、それぞれの液晶領域のほぼ中央部に液晶分子の軸対称配向の中心軸が形成される。この状態において、光硬化性樹脂の硬化がさらに進行し、軸対称配向が液晶分子に記憶された配向固定層（液晶分子と硬化した光硬化性樹脂からなる）が形成される。配向固定層の液晶分子の配向は、硬化した光硬化性樹脂によって固定されているので電圧を取り除いても変化しない。配向固定層の液晶分子との相互作用によって、他の液晶分子は、軸対称配向をとる。

30 【0053】電圧印加時の液晶分子の軸対称配向状態を安定化させるためには、軸対称配向状態を液晶分子に記憶させる工程において、液晶分子が基板面に対してある角度でチルト（チルト角）していることが重要である。すなわち、液晶分子が基板面に対して傾き始める閾値電圧よりも高い電圧で、かつ、液晶分子が基板面に対して実質的に平行に傾く飽和電圧よりも低い電圧（軸対称配向中心軸出し電圧と呼ぶ）を印加することによって、液晶分子の軸対称配向を安定化することができる。この軸対称配向中心軸出し電圧の印加は、表示を行うために液晶層40に電圧を印加する電極を用いて行うことができる。軸対称配向中心軸出し電圧値は、閾値電圧を

(7)

11  $V_{th}$ として、 $V_{th}/2$ 以上で周波数1 Hz以上の交流電圧が好ましい。直流電圧を印加すると、前駆体混合物が劣化することがある。なお、軸対称配向中心軸出し電圧の代わりに、磁場を印加しても良く液晶分子をチルトさせる所定の外場を印加すればよい。なお、閾値電圧は、ノーマリブラックモードの液晶表示装置において、図6に示すように定義される。相対透過率が10%となる電圧を閾値電圧( $V_{th}$ )とする。

10 【0054】(実施形態1)本実施形態1では液晶分子を配向させるための第1凸部と、セルギャップを規定するための第2凸部とをインクジェット法を用いて形成する。公知のインクジェット法によれば、位置決め精度は、印刷法に比べて極めて高い。

【0055】図7に示す、インクヘッド70と複数の射出ノズル72とを備えたインクジェット方式の薄膜形成装置によって、カラーフィルタ基板74上に、凸部(第1凸部または/および第2凸部を凸部と称する)を形成する。カラーフィルタ基板(CF基板)74は、ガラス基板76とその上に形成されたカラーフィルタ層78とを有する。カラーフィルタ層78は、R、G、Bの着色層78aとブラックマスク(BM:遮光層)78bを有する。第1凸部及び第2凸部は、ブラックマスク78b上に形成する。CF基板74は公知の方法で形成される。

【0056】本実施形態の凸部を形成したCF基板の製造方法を図8を参照しながら、詳細に説明する。

【0057】CF基板74上にマトリックス状に形成されたBM78b上に、高さ約2.5  $\mu\text{m}$ の格子状の第1凸部86aを樹脂材料を用いて、インクジェット法によって形成する。樹脂材料は熱硬化性のポリイミド材料またはアクリル系光感光性材料が用いられる。インクジェット法を適用するために必要な吐出材料の粘度は、約100 cP以下であることが好ましい。インクジェット法の位置決め精度は、 $\pm 5 \mu\text{m}$ 程度であり、最小印刷幅(解像度)は、約10  $\mu\text{m}$ 以上である。格子状に形成した壁状の第1凸部86aを約2.5  $\mu\text{m}$ の膜厚で印刷し、約100°Cのホットプレート上で乾燥し、約220°Cのオーブン中で本焼成する。

【0058】第1凸部86aが形成されたCF基板74の表面のはほぼ全面に透明電極88を用いて形成する。透明電極88の形成は公知の方法で行うことができる。

\*【0059】次に、透明電極88上の格子状の第1凸部86a上に対応する位置に、高さ約2.5  $\mu\text{m}$ の柱状の第2凸部86bを樹脂材料を用いて、離散的なパターンでインクジェット法によって形成する。膜厚の制御は、吐出時間を制御することによって、樹脂材料の吐出量を制御することによって行うことが好ましい。第2凸部86bは、第1凸部86aで包囲される液晶領域(典型的には絵素領域)の4つの隅で、セルギャップを保持するように形成されるのが好ましい。このとき、第1凸部86aの幅>第2凸部の幅の関係にある。また、図3に示したように第1凸部86aの高さが $d_{in-out}$ であり、第2凸部の高さが $d_{out}$ となる。第2凸部86bの形成は、第1凸部86aの形成と同様の材料を用いて、同様の方法で行うことができる。

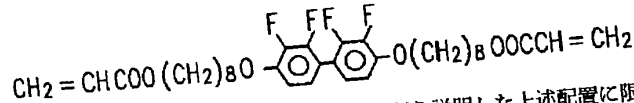
【0060】なお、透明電極88は、第2凸部86bを形成した後に、第2凸部86bを覆うように形成してもよい。また、カラーフィルタ層78の上に透明電極88を形成し、透明電極88上に第1凸部86aを形成してもよい(図2参照)。

20 【0061】上述のようにして得られた凸部を形成したCF基板74と公知の方法によって形成された5.6型 TFT基板(アクティブマトリクス基板とも呼ぶ)とをシール剤を用いて貼り合わせた。なお、両基板の液晶シール剤の表面に垂直配向膜(不図示)を形成しておく。垂層側の表面に垂直配向膜(不図示)を形成しておく。得られた液晶セルにおいて、第1凸部86aの高さと第2凸部86bの高さの和がセルギャップ(液晶領域内のセルギャップ:図3の $d_{in}$ )を規定する。

30 【0062】得られた液晶セルに、前駆体混合物として、光硬化性樹脂(例えば、下記(化1)に示す化合物)と、光重合開始剤(例えば、日本チバガイギ社製 Irgacure 651)とを混合した誘電異方性が負の液晶材料を注入する。更に、液晶材料の閾値付近の電圧を印加して、紫外線露光し、軸対称配向の安定化を行って、上記軸対称配向操作によって、垂直配向膜(不図示)を覆うよう、配向固定層(不図示)が形成される。上述のようにして、得られたアクティブマトリクス型液晶表示装置においては、図3(c)および(d)に示すように、電圧印加時に安定な軸対称配向が得られる。

【0063】

【化1】



本実施形態によると、凸部86a及び86bは、インクジェット法で形成されているので、従来の方法よりも、材料の利用効率が高く、且つ、プロセスが簡略化されているので、従来よりも低コストで、軸対称配向液晶セルを得ることができる。

【0064】本発明による凸部の配置は、図8を参照し

ながら説明した上述配置に限られない。凸部は絵素領域の配置に対応付けて規則的に液晶領域を形成するように、所定のパターンを有するように形成すれば良い。凸部は、線状、破線状、または点状、さらにこれらの組み合わせとして形成しても良い。本発明で用いられる凸部の配置の他の例を図9～図13に模式的に示す。これら

の図においては、簡単のために、第1凸部86aと第2凸部86bとの配置のみを示し、図8と同じ参照符号を用いる。

【0065】図9(a)および(b)に示すように、壁状の第1凸部86aを破線状に形成し、その一部の上に第2凸部86bを形成してもよい。また、図10に示すように、長方形の格子状に形成した第1凸部86aの内側に、長方形の格子内に2つのほぼ正方形の液晶領域40aが形成されるように、壁状の第1凸部86aをさらに形成してもよい。また、図11に示すように、長方形の格子内を2つの領域に分割する第1凸部86aを格子状の第1凸部86aと連続して形成してもよい。さらに、図12及び図13に示すように、第1凸部86aを十字形に形成し、その十字の交差点(中央部)に第2凸部86bを形成してもよい。十字形の第1凸部86aの辺によって、液晶領域40aが規則的に規定されるように、第1凸部を配置すればよい。なお、第2凸部86bを形成する密度は、液晶セルのギャップを安定に保持できるように、液晶表示装置の用途などを考慮して適宜設定すればよい。

【0066】本実施形態においては、TFT基板を用いてアクティブマトリクス型液晶表示装置を作製した例について示したが、TFT基板の代わりに、プラズマ発生基板を用いて、PALC(プラズマアドレス型液晶表示装置)を用いて構成してもよい。PALCの例を図14に模式的に示す。

【0067】PALC200は、図8に示したCF基板74とプラズマ発生基板90との間に、負の誘電異方性を有する液晶分子42を含む液晶層が敷設されている。CF基板74とプラズマ発生基板90との液晶層側の表面には、垂直配向膜92a、92bがそれぞれ形成されている。プラズマ発生基板90は、ガラス基板94と誘電体シート96(厚さ約50μm)と隔壁97とによって包囲されているプラズマチャネル90aを有している。プラズマチャネル90aは、CF基板74の透明電極(互いに平行なストライプ状電極)に直交する方向に延びる複数のストライプ状のアドレス電極として機能する。プラズマチャネル90a内にはイオン化可能なガスが封入されており、プラズマ発生電極95間に印加される電圧によって、プラズマを発生する。プラズマ発生基板としては公知の構成を広く適用できる。

【0068】さらに、上述の例では、CF基板(対向基板)に凸部を形成した例を示したが、TFT基板やプラズマ発生基板に第1凸部及び第2凸部を形成してもよい。

【0069】(実施形態2)本実施形態2では、図8に示した格子状の第1凸部86aと同様に、高さ約5μmの第1凸部126aをCF基板74上に形成する。図8における第2凸部86bは形成しない。第1凸部126aをスペーサとして用いた液晶表示装置を作製する。

第1凸部126aの形成は、高さが異なるだけであり、実施形態1と同様の材料を用いて、同様の方法で形成することができる。第1凸部126a上に、垂直配向膜128を常法で形成する。第1凸部126aの2次元配置は、図8に限られず、図9～図13に示した配置でもよいことは勿論である。

【0070】第1凸部126aが、液晶分子を軸対称配向させるとともにスペーサとして機能するので、液晶領域は第1凸部126aと対向する一対の基板によって完全に包囲され、互いに独立な領域となる。また、図9～13に示した他の配置においても、完全またはほぼ完全に包囲され、従来の真空注入法や誘導注入法によって液晶材料を注入することができない場合または注入時間が非常に長くなる場合がある。本実施形態においては、前駆体混合物(または軸対称配向の安定化を必要としない場合は液晶材料のみ)の注入をロールコート法を用いた印刷法で行う。

【0071】例えば、図15に示すように、第1凸部126aが形成されたCF基板124上に、上述の前駆体混合物130を保持したロール140を回転させながら、CF基板124上に供給する。ロールコート法を用いることによって液晶材料の利用効率を向上することができる。

【0072】その後、図15(b)に示すように、所定の電極等が形成されている基板150上に光硬化性樹脂からなるシール剤152をスクリーン印刷されている基板154を、上記CF基板124に真空中で貼り合わせる。シール剤152を光照射によって硬化した後、実施形態1と同様に、前駆体混合物中の光硬化性樹脂を硬化し、軸対称配向した液晶領域を有する液晶表示装置300を得る(図15(c))。

【0073】また、上記ロールコート法を用いる代わりに、インクジェット法を用いて凸部で規定される領域に液晶材料を注入してもよい。

【0074】実施形態2の液晶表示装置300は、実施形態1の利点に加え、以下の利点を有する。液晶表示装置300においては、第1凸部126aが両基板と密着しており、隣接する液晶領域(典型的には絵素領域)間での液晶材料の流動はないので、大型パネルを垂直に立てた際、液晶材料の自重によるセル厚の変化はない。また、外部から押圧された場合においても、液晶材料の流動が無いので、表示品位が変化することはない。

【0075】さらに、図9、図12および図13に示した配置で第1凸部126aを形成した場合(第2凸部は形成しない場合)には、液晶層は連続した1つの領域なので、常法の真空注入法または誘導注入法で、前駆体混合物を注入してもよい。

【0076】誘導注入法を図16を参照しながら説明する。第1凸部を形成したCF基板124'と、TFT基板またはプラズマ発生基板154'とを第1凸部でセル

ギャップを維持した状態で貼り合わせる。基板154'には、注入口154'aと排気口154'bが形成されている。それぞれ、緩衝シリコンゴムまたはオーリング163を挟んで、排気口用注入治具161と注入口用注入治具162を介して、真空ポンプに接続されている。注入口用注入治具162の液晶材料用ドレイン167には液晶材料ボトル131から液晶材料が供給される。

【0077】図9、図12および図13に示した配置で第1凸部126aを形成し、第2凸部は形成しない場合においても、上述の実施形態2と同様に、第1凸部126aが両基板と密着しており、隣接する液晶領域間での液晶材料の流動はないので、大型パネルを垂直に立てた際、液晶材料の自重によるセル厚の変化はない。また、外部から押圧された場合においても、液晶材料の流動が無いので、表示品位が変化することはない。

【0078】

【発明の効果】上述したように、本発明によると、従来の製造方法で必要であった、スピンコート工程及びフォトリソグラフィ工程を必要とせず、且つ材料の利用効率が上昇する。従って、高コストの感光性樹脂のロスを減少させるとともに、また、高価な装置やフォトマスクを必要としないので、従来よりも安価で、広視角特性を有する液晶表示装置を製造することができる。また、フォトリソ工程の現像工程における、現像液による基板の汚染による焼き付け残像等の表示装置の信頼性の低下も起こらない。

【0079】本発明によれば、インクジェット法を用いて、所望の膜厚の凸部を正確に位置精度高く形成するとともに、材料の利用効率を著しく向上させる。さらに、液晶材料をロールコータ法で注入するとことで、材料のロスを削減できる。さらに、表示品位については、従来のフォトリソ工程を経て作製した液晶パネルと比較して、全く遜色が無い。

【図面の簡単な説明】

【図1】ASMモードの液晶表示装置の構造を示す断面図である。

【図2】ASMモードの液晶表示装置の1絵素領域の構造を模式的に示す図である。

【図3】本発明の液晶表示装置100の動作原理を説明するための図である。(a)及び(b)は、電圧無印加時の状態、(c)及び(d)は、所定の電圧印加時の状\*

\*態を示す。

【図4】本発明の液晶表示装置における電極の無い領域による軸対称配向の中心軸が制御される現象を説明するための模式図である。

【図5】軸対称配向の中心軸の位置と表示品位との関係を説明するための模式図である。(a)および(b)は表示面に垂直な方向から観察した場合、(c)および(d)は表示面に対して斜め方向から観察した場合を示す。

10 【図6】閾値電圧の定義を示す図である。

【図7】インクジェット法による液晶注入法を説明するための模式図である。

【図8】本発明による凸部を有するカラーフィルタ基板を示す模式図である。(a)は上面図、(b)は(a)の8b-8b'断面図、(c)は(a)の8c-8c'断面図である。

【図9】本発明による凸部の他の配置を示す模式図である。

20 【図10】本発明による凸部の他の配置を示す模式図である。

【図11】本発明による凸部の他の配置を示す模式図である。

【図12】本発明による凸部の他の配置を示す模式図である。

【図13】本発明による凸部の他の配置を示す模式図である。

【図14】本発明によるPALCを示す模式図である。

【図15】ロールコータ法を用いた液晶材料の注入法を説明するための模式図である。

30 【図16】液晶材料の誘導注入法を説明するための模式図である。

【符号の説明】

31、33 透明電極

32、34 基板

35 開口部(電極の無い領域)

36 凸部

38a、38b 垂直配向層

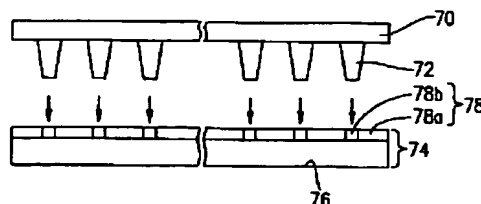
40 液晶層

40a 液晶領域

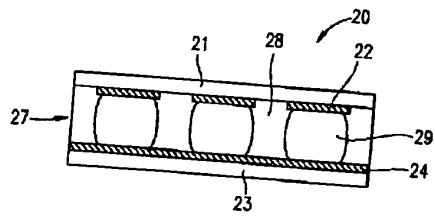
42 液晶分子

44 対称軸

【図7】

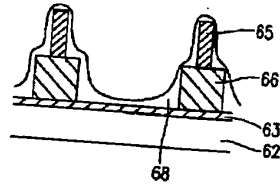


【図1】

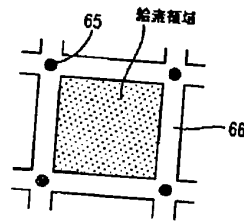


【図2】

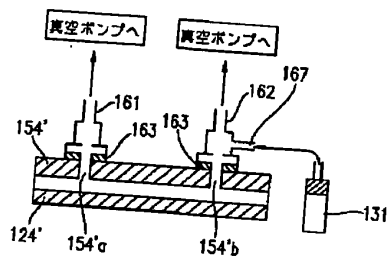
(a)



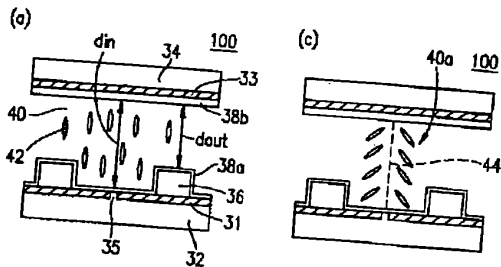
(b)



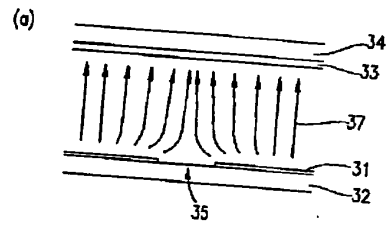
【図16】



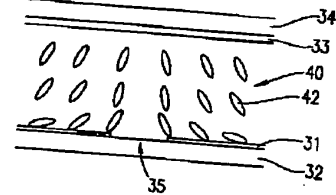
【図3】



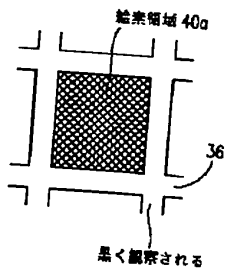
【図4】



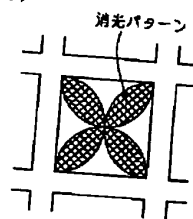
(b)



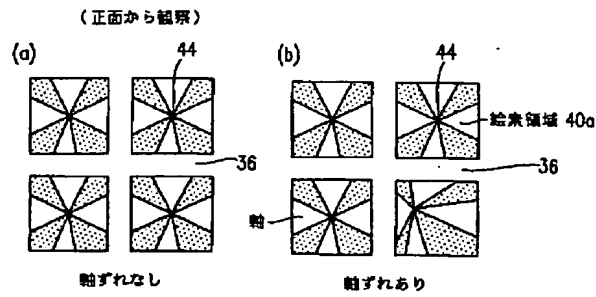
(b)



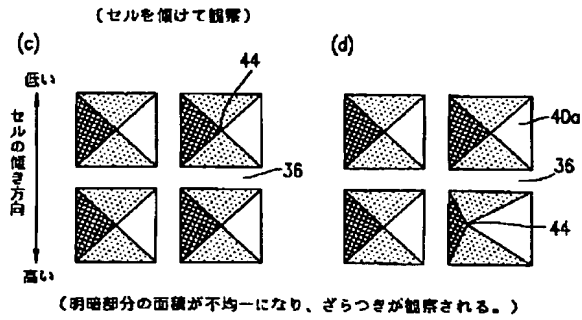
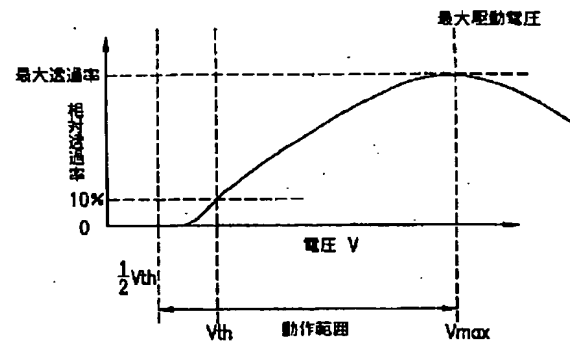
(d)



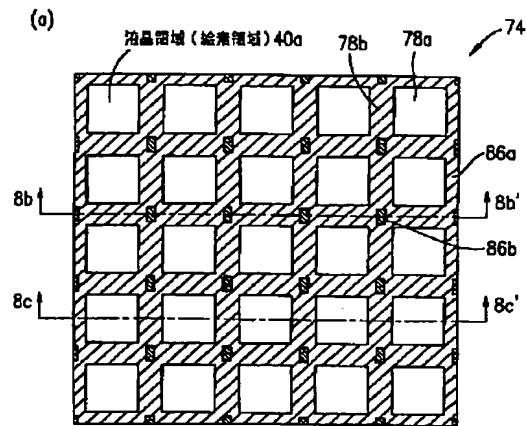
【図5】



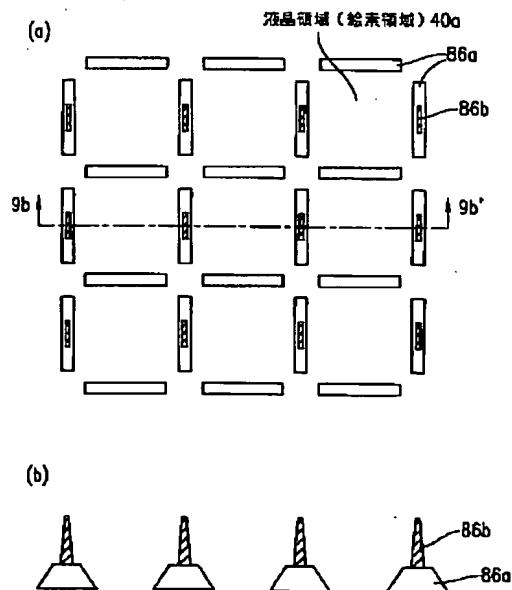
【図6】



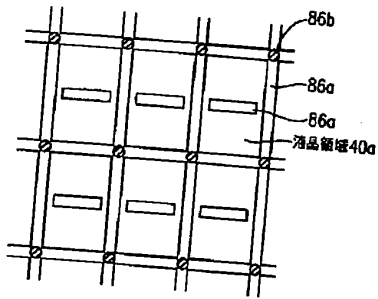
【図8】



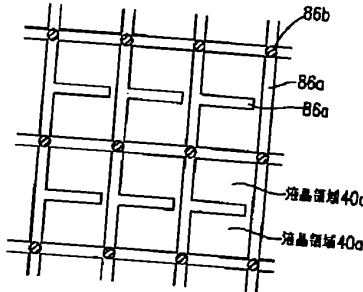
【図9】



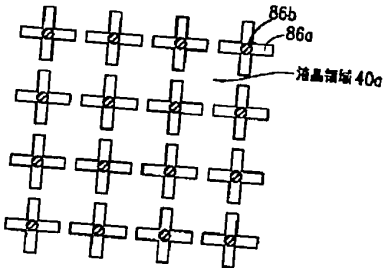
【図10】



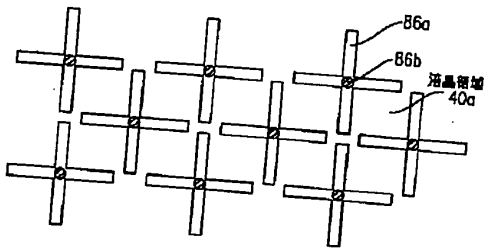
【図11】



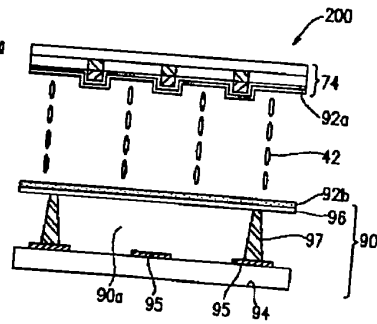
【図13】



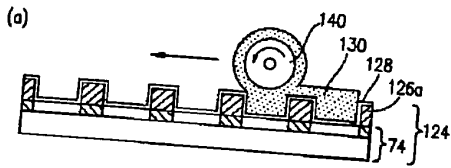
【図12】



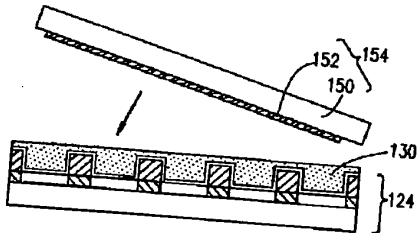
【図14】



【図15】



(b)



(c)

